

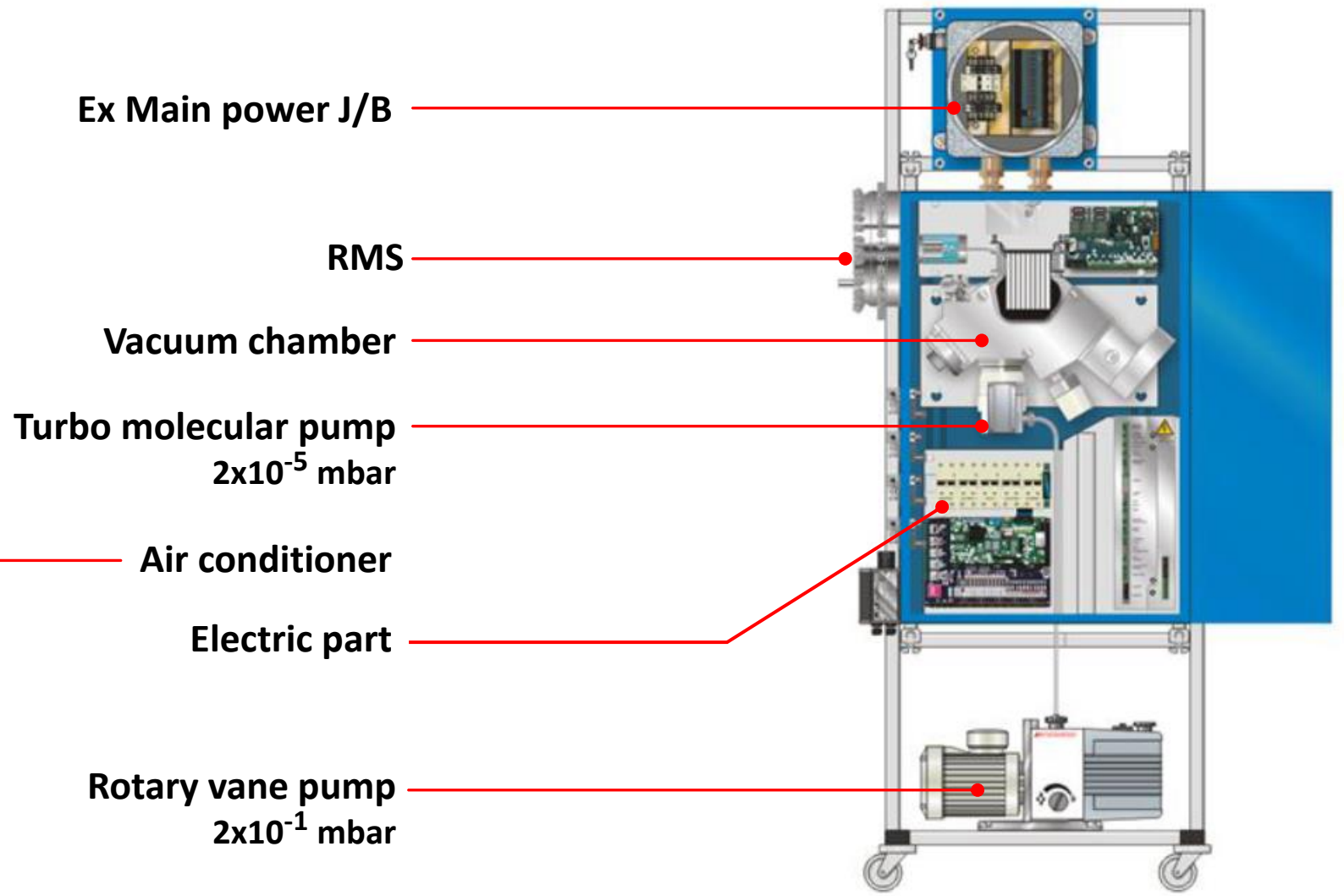


# 플레어스택 발열량 측정기

Application summary

- 발열량 분석기 소개(Thermofisher PrimPro)
- 측정원리
- 발열량 분석기 설치위치
- Sample conditioning system
- 측정자료
- 세부이행지침

# 1. 제품소개 \_ 구조



Ex Main power J/B

RMS

Vacuum chamber

Turbo molecular pump  
 $2 \times 10^{-5}$  mbar

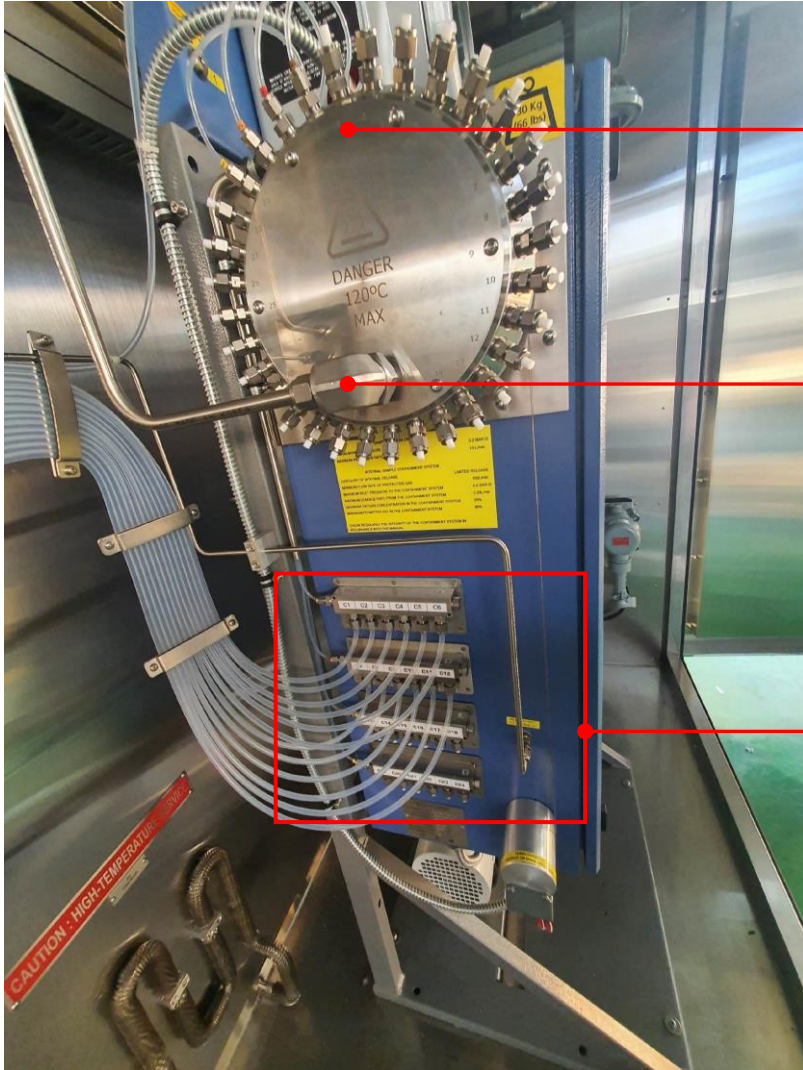
Air conditioner

Electric part

Rotary vane pump  
 $2 \times 10^{-1}$  mbar



**RMS : Rapid Multi-stream Selector (Rotary valve 와 solenoid valve 의 단점을 보완하기 위해 1980년대 개발됨.**

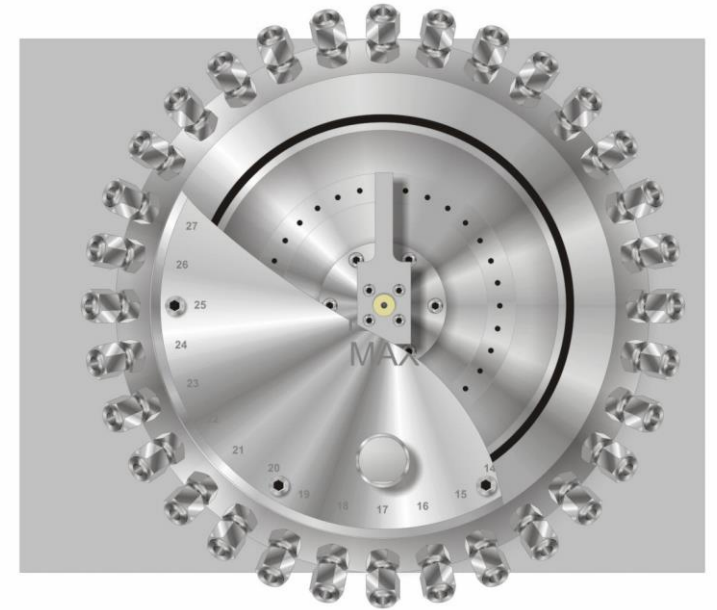


### **RMS**

Sample Gas Connection  
Max. 64 Sample ports Available  
0.2 to 1 l/min (0.3 to 2 psig)  
Max. Temperature 120°C

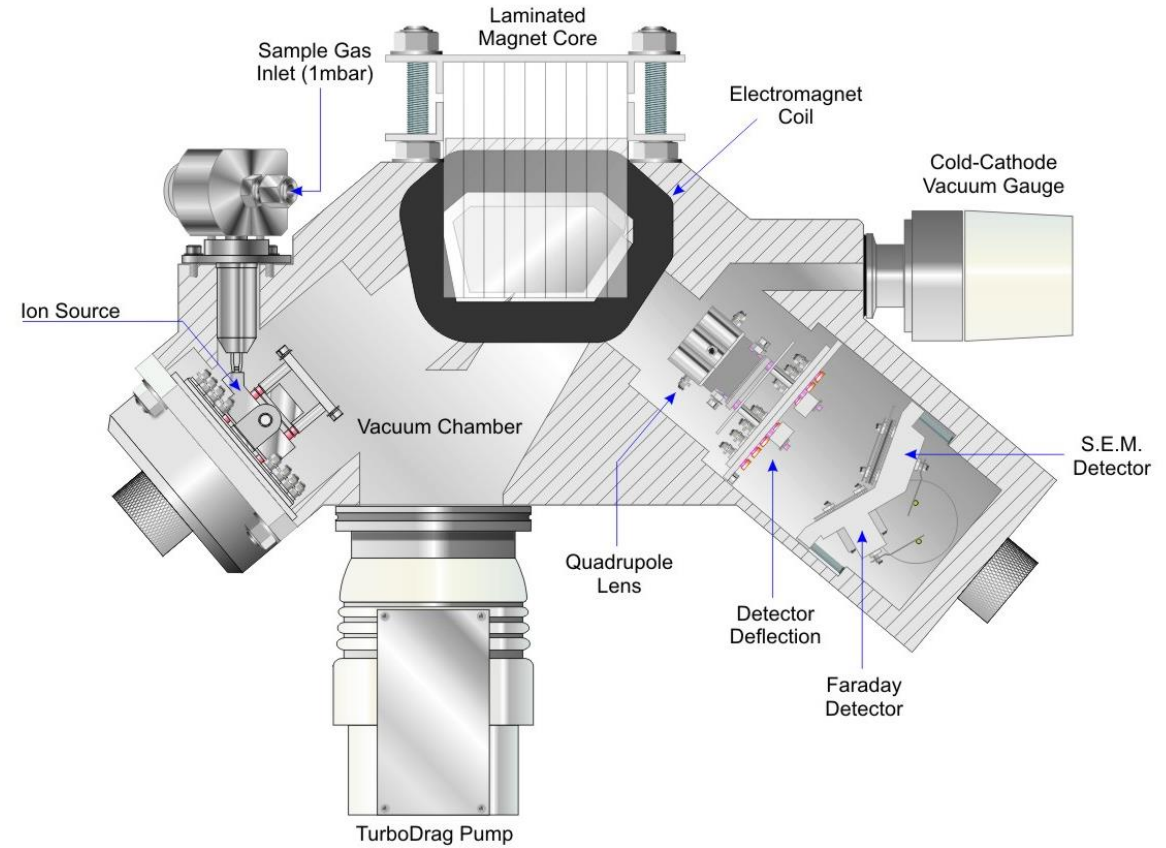
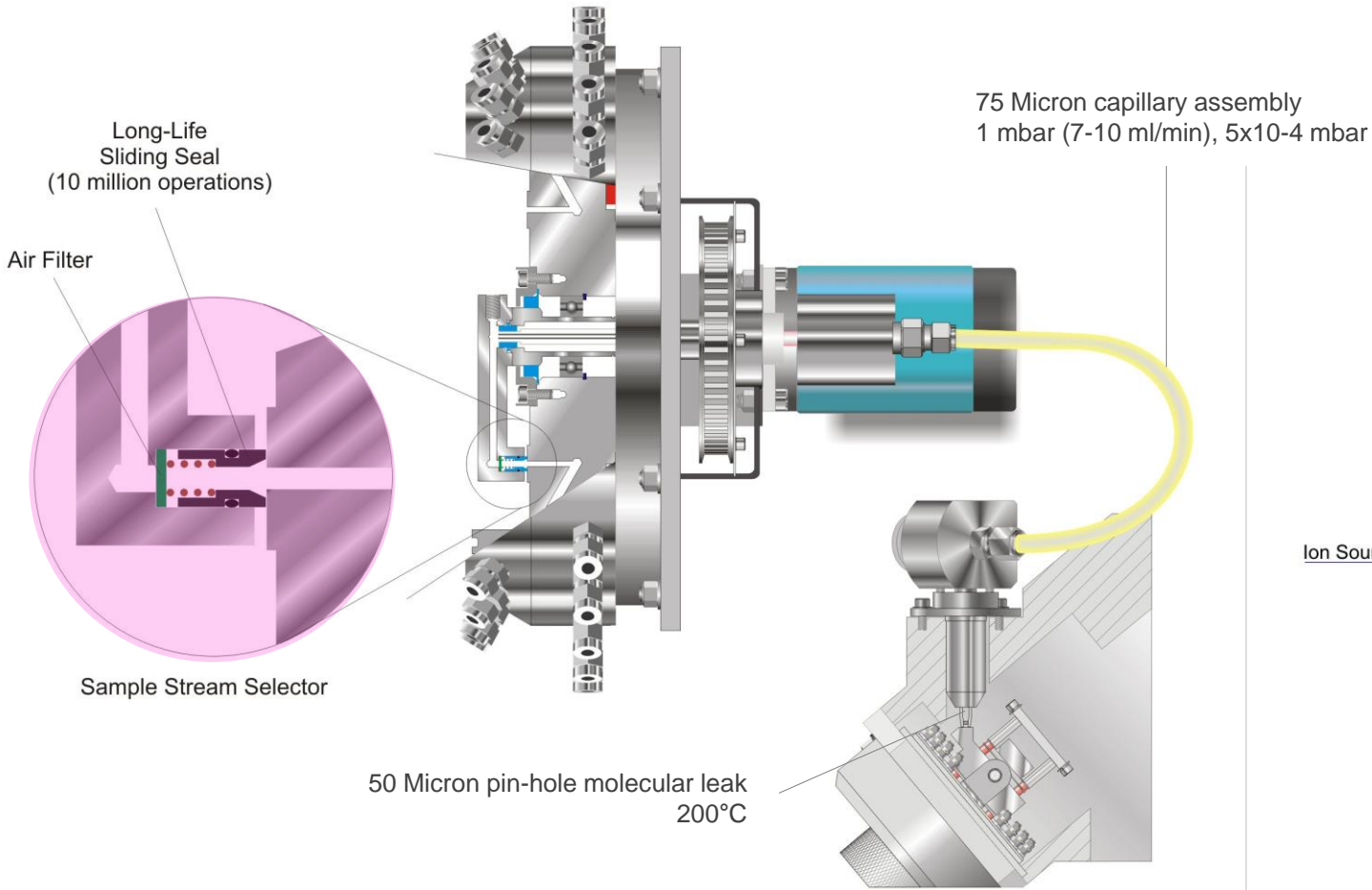
### **Vent Connection**

**Calibration Gas Connection**  
Up to 24 port manifolds



**[RMS Operation]**

# 1. 제품소개 \_ 구조

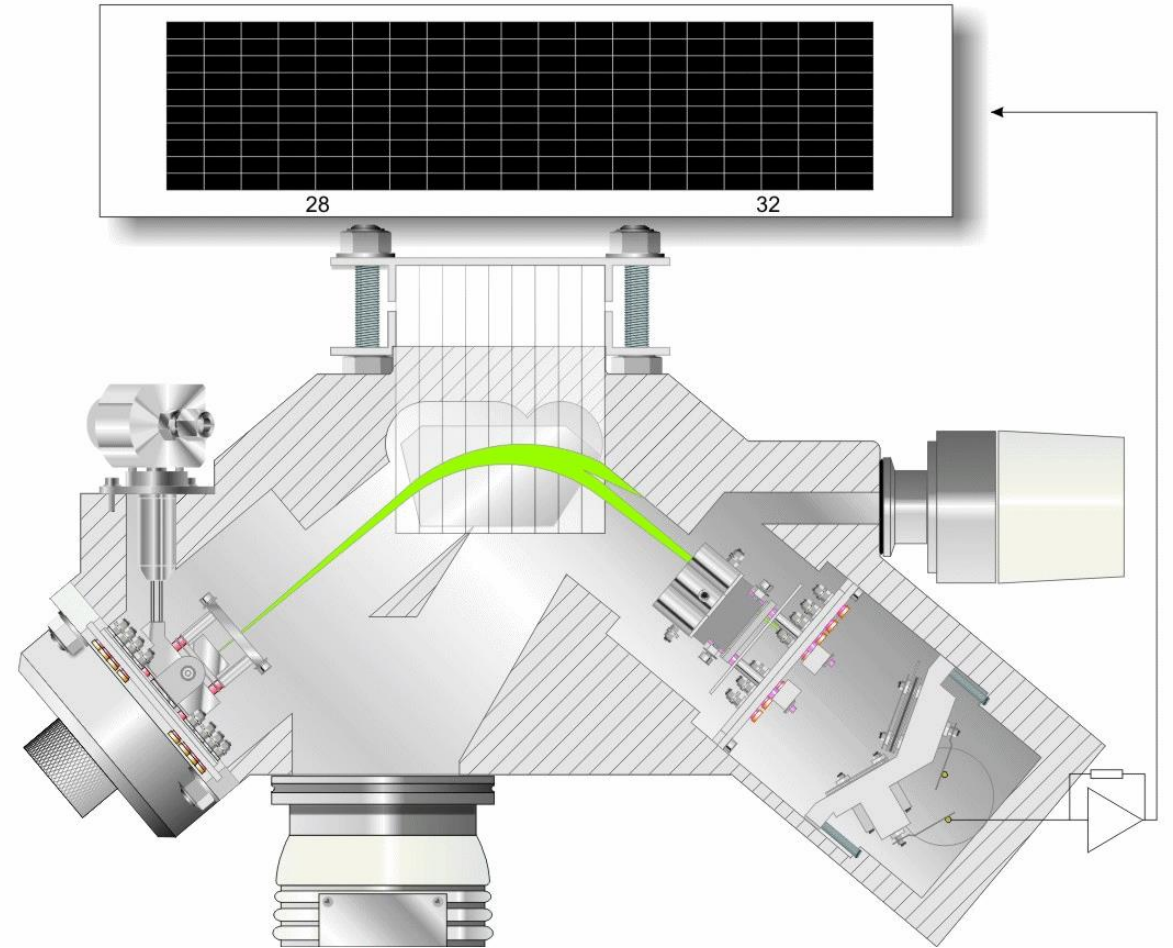


Rotor arm 에는 2um particulate filter 를 통해 오염을 예방 .  
 Sliding seal 은 천만번 이상의 Operation 가능.  
 이는 10초에 한번씩 switching 시 3년 이상 사용 가능을 의미.

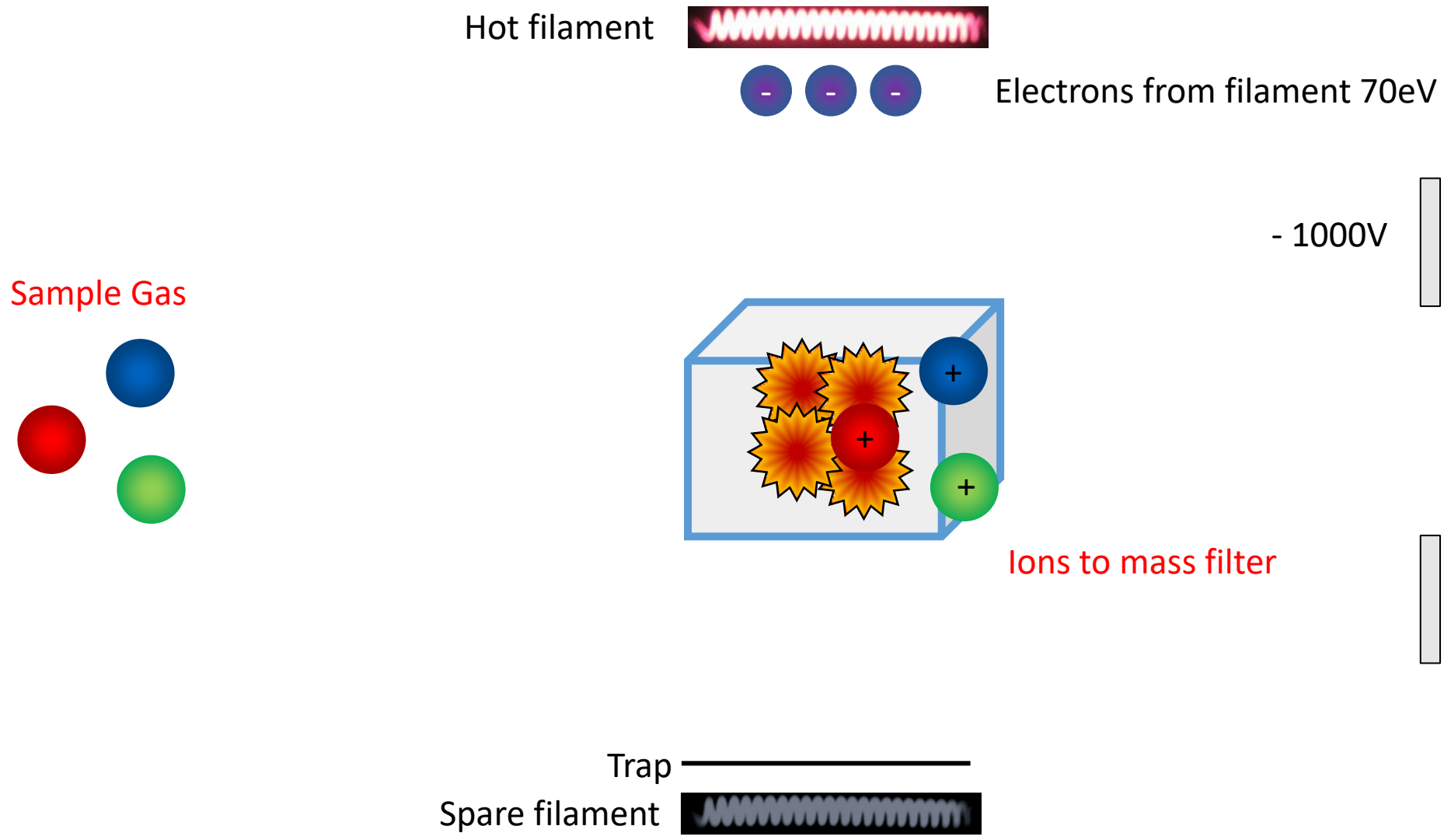
[Vacuum Chamber]

## 2. 측정 원리

1. RMS 를 통해 분당 약 10ml 의 샘플가스는 이온 소스로 이동됨.
2. 고온으로 가열된 필라멘트에서 열전자를 70eV 로 가속하여 샘플과 충돌시킴.
3. 샘플가스속 분자와 원자는 음이온과 양이온으로 분리.
4. 음이온은 진공펌프를 통해 Vent 되며, 양이온은 양극의 Repeller 에 의해 1000eV 로 가속되어 자기장속으로 이동.
5. 가속된 이온은 자체적인 자기장을 형성하며 외부 자기장과 상호작용.
6. 자기장을 지나며 질량이 무거운 이온은 큰 반경의 궤도를 갖고, 질량이 가벼운 이온은 작은 궤도로 Detector 로 이동됨.
7. 이온이 검출판에 닿는 위치를 비교하면 상대적 질량을 정확히 파악이 가능함.
8. 질량 대 전하수 ( $m/z$ )의 크기에 따라 분리.



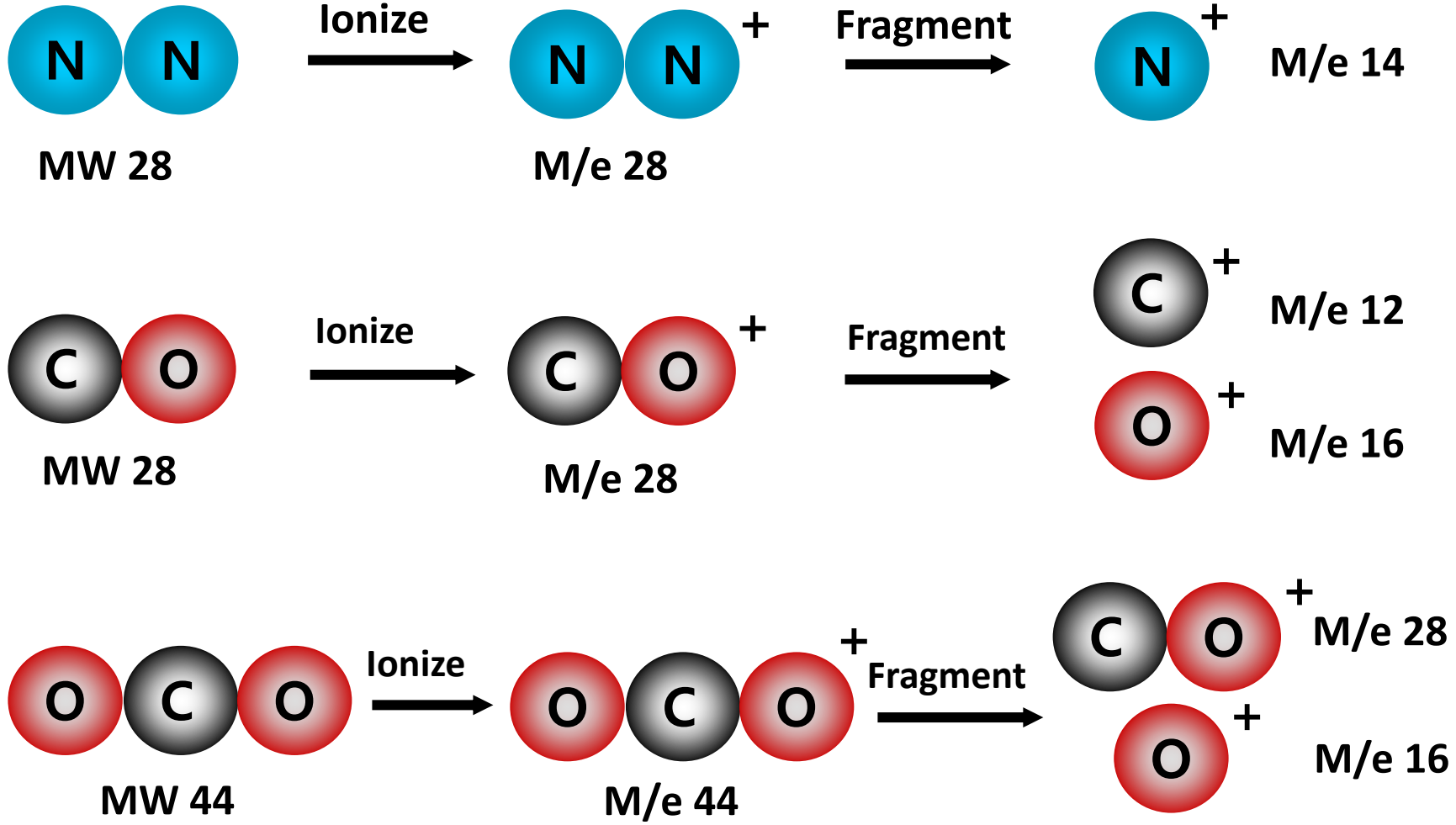
## 2. 측정 원리





## 2. 측정 원리

사람의 지문처럼 모든 화합물마다 고유의 질량 패턴이 다름.



## 2. 측정 원리

Fragmentation (조각화) 예시 : 질량 값이 같더라도 조각화 되는 패턴이 다름을 이용하여 분리 및 측정.

The following are example values of relative sensitivities and fragmentation patterns (actual values will differ but be accurately calibrated by the instrument using the calibration gases. Base gas will be set to N2).

Name	Formula	Mol Wt	Rel Sen	2	16	26	28	29	30	32	34	40	41	43	44	54	56	57	58	72	86	100
Hydrogen	H2	2	0.45	100																		
Methane	CH4	16	0.79	0.13	100																	
Nitrogen	N2	28	1				100	0.73	0.01													
Ethylene	C2H4	28	0.99	0.08	0.01	49	100	2.2	0.03													
Ethane	C2H6	30	1.1	0.15	0.03	18	100	23	31													
Oxygen	O2	32	0.8		5					100	0.41											
Hydrogen Sulfide	H2S	34	1							44	100											
Argon	Ar	40	1.5									100										
Propylene	C3H6	42	0.83	0.1	0.07	5.3	0.92	0.07				28	100	2.4	0.07							
Carbon Dioxide	CO2	44	1.2		5		4.4	0.05							100							
Propane	C3H8	44	0.89	0.12	0.07	4.9	63	100	2.2			2.5	14	30	39							
1,3-Butadiene	C4H6	54	1	0.1		29	46	1.2				3.6				83						
Butenes	C4H8	56	1	0.1	0.1	6.6	20	10	0.4			12	100			2.3	42	2.1				
iso-Butane	C4H10	58	1.4	0.05	0.03	1	1.4	4.5	0.1			1.9	30	100	3.4	0.08	0.39	3.6	4.4			
n-Butane	C4H10	58	1.2	0.06	0.02	2.7	25	34	0.75			1.3	23	100	3.4	0.19	0.77	2.9	18			
iso-Pentane	C5H12	72	1.1	0.1		1.6	4	32	0.66			2.8	53	100	3.5	0.39	21	62	2.8	13		
n-Pentane	C5H12	72	1.7	0.1	0.11	1.3	3.8	17	0.33			2.1	33	100	3.5	0.17	2.6	15	0.73	16		
n-Hexane	C6H14	86	1.3	0.1		1.3	7.1	36	0.75			2.3	48	68	2.3	0.58	48	100	4.4	0.34	28	
n-Heptane	C7H16	100	1.5			0.79	8.2	29	0.64			2.1	38	100	3.8	0.63	32	54	2.4	3.4	0.23	32

### Settings

Electron Energy

70 eV

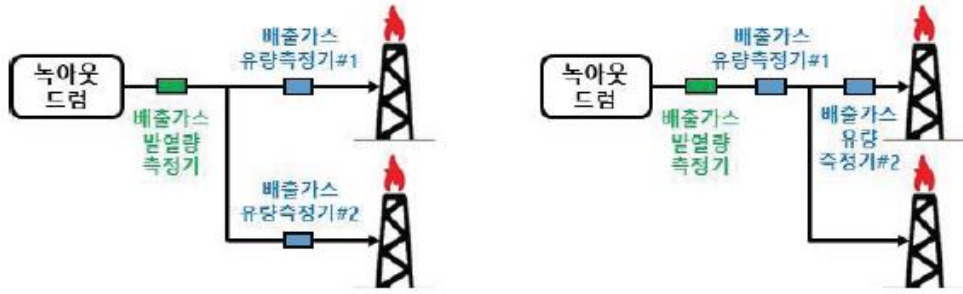
Source Temperature

200 deg C



### 3. 발열량 측정기 설치위치

Knock out drum 후단과 Seal drum 사이 발열량 측정기 설치.



[ 배관 분산시 측정기 설치방법 ]

[ 단계식 플래어스택의 측정기 설치방법 ]

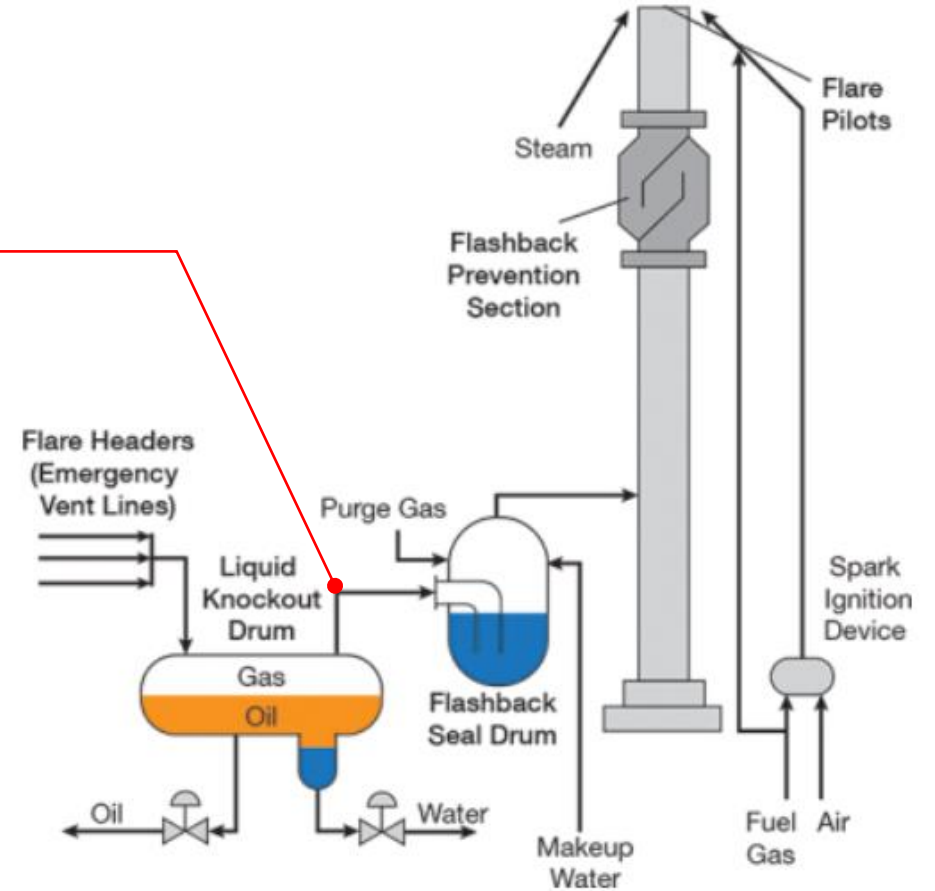


[ 배관 병합시 측정기 설치방법 #1 ]

[ 배관 병합시 설치방법 #2 ]

< 그림 4-31 > 배출가스 배관 분산·병합에 따른 배출가스 발열량 측정기 및 유량측정기 설치방법

Probe 설치 위치



[비산배출의 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침('21.12.) Page.177]

## 4. Sample conditioning system



[Sample probe 설치 사진]

- 수분과 Heavy H.C 의 복합적인 Sample 인 경우, Knock out drum 과 Seal drum 사이에 Probe 를 배관에 수직으로 설치하기 때문에 Vapor 된 Gas 만 Probe 를 통해 전처리로 공급될 가능성이 높음.
- Boiling point 가 높은 Hydro-carbon 의 경우, Liquid phase로 Knock out drum 에서 Drain 이 될 가능성이 높음.
- 수용성 Hydro-carbon 의 경우 혹은 수분과 접촉 시 강한 부식을 야기할 수 있다면, Sample probe & sample line 및 전처리 시스템을 가열식으로 구성하여 가스상으로 분석기로 공급.
- 수분은 전처리 시스템의 Vortex cooler 를 이용한 Moisture removal unit 혹은 Electric cooler 를 이용하여 제거가 가능함.
- 그 외 Tar 나 Oligomer, Oil 등으로 Sample probe, Sample line 의 막힘 현상이 예상시에는 주기적인 Steam 혹은 N2 Purge 시스템 적용이 필요함.

## 4. Sample conditioning system

샘플 노즐 : 3/4" to 3" #150 Flange connection, 샘플 Inlet & Return 을 위해 총 2개 필요.

샘플 프로브 : 배관 라인의 지름 1/3 ~ 1/2 지점까지 프로브 삽입.

샘플 도관 : Electric or Steam type heated tracing sample tube.

분석기 설치위치: Analyzer House 내부.

유틸리티 : 440,220,110vac 전원 / Plant N2, Instrument Air, Steam.

Analyzer House





# 4.1. 제작완료



## 4.2. 제작완료





## 5. 측정자료\_Calibration Gas (15초 마다 1 Stream 측정)

GasWorks - Prima PRO

Session Activity Configuration Security Data Window Help

**측정값**

Instrument Status

PC - Instrument Communications Link

- RMS Controller Status: 1
- Pressure (Raw): 143
- RMS Ambient Temperature: 26.9 Deg C
- RMS Body Temp: 60.2 Deg C
- RMS Flow: 382 cc/min
- RMS Flow Zero: 28

3:33:26

Composition of Mixture - '12 Mixture'

Gas Name	Conc.	Units
Hydrogen[H2]	0.998	%
Methane[CH4]	1.015	%
Nitrogen[N2]	86.936	%
Ethylene[C2H4]	1.002	%
Ethane[C2H6]	1.103	%
Oxygen[O2]	0.519	%
Propylene[C3H6]	0.996	%
Propane[C3H8]	0.951	%
1,3-Butadiene[C4H6]	3.288	%
1-Butene[C4H8]	2.021	%
iso-Butane[C4H10]	0.469	%
n-Butane[C4H10]	0.504	%
n-Hexane[C6H14]	0.198	%

Save  
Undo  
New Mixture  
Delete Mixture  
Print ...  
Help

Numeric

Received Results Data From - 12 Mixture 22-3-22 15:35:36.63

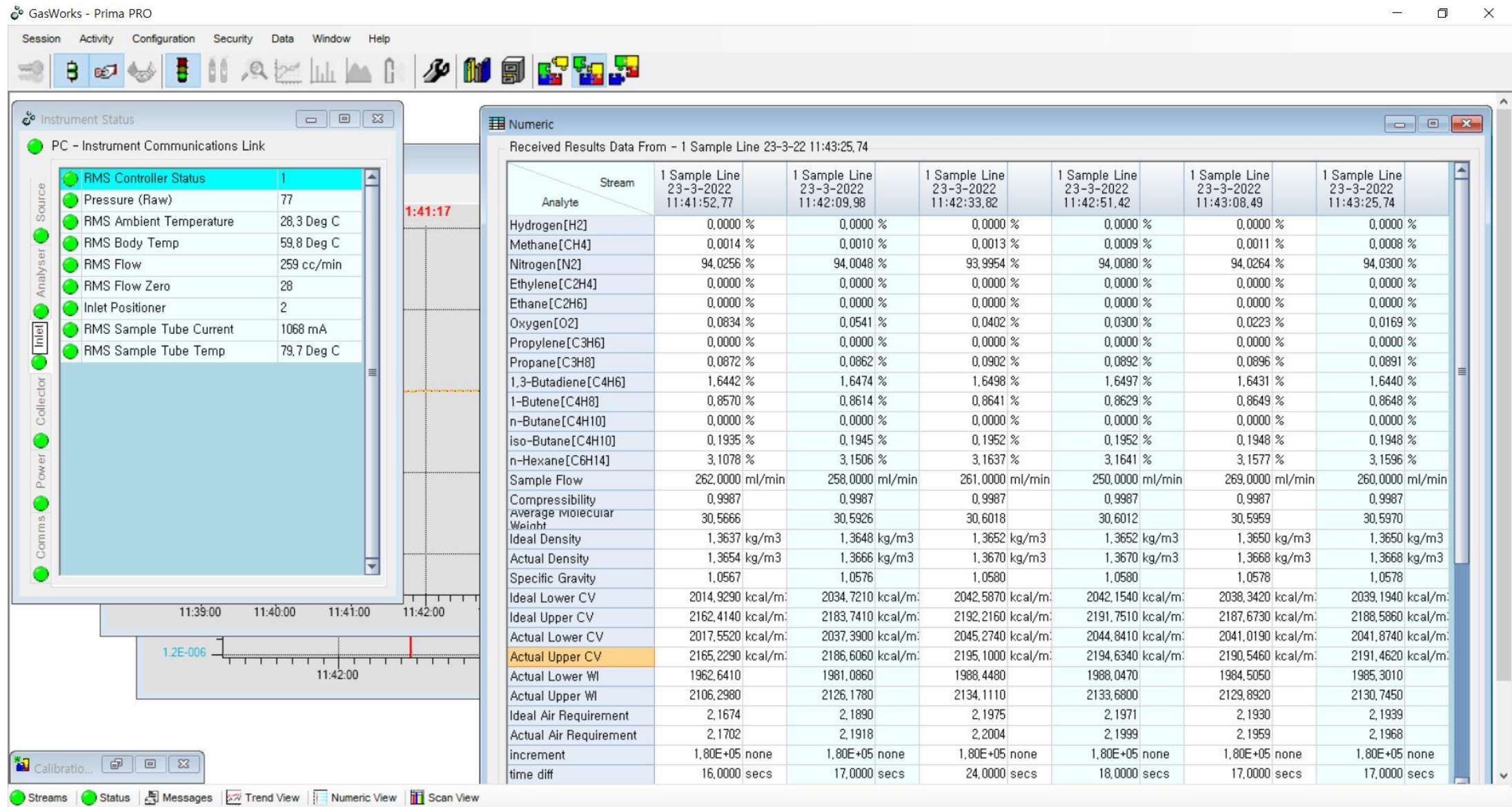
Analyte	Stream	12 Mixture 22-3-2022 15:34:22.75	12 Mixture 22-3-2022 15:34:37.41	12 Mixture 22-3-2022 15:34:52.10	12 Mixture 22-3-2022 15:35:07.18	12 Mixture 22-3-2022 15:35:21.84	12 Mixture 22-3-2022 15:35:36.63
Hydrogen[H2]		1.0094 %	1.0074 %	1.0075 %	1.0108 %	1.0132 %	1.0111 %
Methane[CH4]		1.0189 %	1.0205 %	1.0186 %	1.0202 %	1.0186 %	1.0183 %
Nitrogen[N2]		86.8920 %	86.8966 %	86.9105 %	86.8906 %	86.8808 %	86.8915 %
Ethylene[C2H4]		1.0016 %	1.0039 %	1.0053 %	1.0039 %	1.0066 %	1.0062 %
Ethane[C2H6]		1.1039 %	1.1059 %	1.0999 %	1.1052 %	1.1041 %	1.1061 %
Oxygen[O2]		0.5200 %	0.5178 %	0.5171 %	0.5178 %	0.5168 %	0.5154 %
Propylene[C3H6]		0.9992 %	0.9988 %	0.9959 %	0.9964 %	0.9956 %	0.9938 %
Propane[C3H8]		0.9539 %	0.9537 %	0.9549 %	0.9565 %	0.9551 %	0.9542 %
1,3-Butadiene[C4H6]		3.2992 %	3.2984 %	3.2938 %	3.2984 %	3.3006 %	3.2965 %
1-Butene[C4H8]		2.0272 %	2.0268 %	2.0242 %	2.0313 %	2.0291 %	2.0299 %
n-Butane[C4H10]		0.5059 %	0.5097 %	0.5079 %	0.5049 %	0.5029 %	0.5042 %
iso-Butane[C4H10]		0.4691 %	0.4690 %	0.4686 %	0.4713 %	0.4707 %	0.4710 %
n-Hexane[C6H14]		0.1997 %	0.1915 %	0.1957 %	0.1927 %	0.2058 %	0.2018 %
Sample Flow		382.0000 ml/min	378.0000 ml/min	384.0000 ml/min	382.0000 ml/min	383.0000 ml/min	378.0000 ml/min
Compressibility		0.9986	0.9986	0.9986	0.9986	0.9986	0.9986
Average molecular weight		29.8070	29.8032	29.8029	29.8037	29.8097	29.8071
Ideal Density		1.3298 kg/m3	1.3296 kg/m3	1.3296 kg/m3	1.3296 kg/m3	1.3299 kg/m3	1.3298 kg/m3
Actual Density		1.3316 kg/m3	1.3314 kg/m3	1.3314 kg/m3	1.3315 kg/m3	1.3317 kg/m3	1.3316 kg/m3
Specific Gravity		1.0305	1.0304	1.0304	1.0304	1.0306	1.0306
Ideal Lower CV		2589,2070 kcal/m:	2587,1370 kcal/m:	2585,1690 kcal/m:	2588,2040 kcal/m:	2592,5470 kcal/m:	2590,0810 kcal/m:
Ideal Upper CV		2774,2970 kcal/m:	2772,0720 kcal/m:	2769,9710 kcal/m:	2773,2260 kcal/m:	2777,8980 kcal/m:	2775,2630 kcal/m:
Actual Lower CV		6.19E+05 kcal/m:	6.19E+05 kcal/m:	6.18E+05 kcal/m:	6.19E+05 kcal/m:	6.20E+05 kcal/m:	6.19E+05 kcal/m:
Actual Upper CV		6.64E+05 kcal/m:	6.63E+05 kcal/m:	6.63E+05 kcal/m:	6.63E+05 kcal/m:	6.64E+05 kcal/m:	6.64E+05 kcal/m:
Actual Lower WI		6.10E+05	6.10E+05	6.09E+05	6.10E+05	6.11E+05	6.10E+05
Actual Upper WI		6.54E+05	6.53E+05	6.53E+05	6.53E+05	6.54E+05	6.54E+05
Ideal Air Requirement		2,7313	2,7290	2,7270	2,7302	2,7349	2,7323
Actual Air Requirement		2,7350	2,7328	2,7307	2,7339	2,7386	2,7360
increment		4,0000 none	5,0000 none	6,0000 none	7,0000 none	8,0000 none	9,0000 none

Streams Status Messages Trend View Numeric View Scan View

**교정가스 정보**



## 5. 측정자료\_Sample Gas (15초마다 1 Stream 측정)



# Mass spectrometer 국내외 납품실적

No.	CUSTOMER	MODEL	Q'TY	No.	CUSTOMER	MODEL	Q'TY
1	POSCO Technical Research Labs	MM8 - 80L	1	27	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	2
2	KOGAS LNG Facilities Technology Research Center	VG8 - 80L	1	28	POSCO Kwangyang Steel Works	PRIMA dB	1
3	SK Corp.	MM8 - 80	1	29	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1
4	SAMSUNG Chemical Technology Center	PRIMA 600	1	30	Danieli & C. / Emirates Iron & Steel Factory(EIS F)	PRIMA dB	1
5	RIST Iron & Steel Engineering Center	PRIMA 600	1	31	Oman Salalah Methanol Company	PRIMA dB	1
6	POSCO Technical Research Labs	PRIMA 600	1	32	YNCC	PRIMA dB	1
7	KEPCO / KEPRI	PRIMA 600	1	33	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1
8	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA 600	3	34	POSCO Gwangyang Power Plant	PRIMA dB	1
9	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA 600	1	35	Hyundai Tangjin Steel Works	PRIMA dB	1
10	POSCO Kwangyang Steel Works	PRIMA 600	1	36	Hyundai Green Force Power Plant	PRIMA dB	1
11	POSCO Kwangyang Steel Works	PRIMA 600S	3	37	Danieli & C. / Emirates Iron & Steel Factory(EIS F)	PRIMA dB	1
12	POSCO Kwangyang Research Labs	PRIMA 600S	1	38	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1
13	RIST / POSCO Pohang Steel Works	PRIMA 600S	1	39	POSCO Kwangyang Steel Works	PRIMA dB	1
14	POSCO Kwangyang Steel Works	PRIMA 600S	1	40	POSCO Kwangyang Steel Works	PRIMA dB	1
15	Namhae Chemical Corp.	PRIMA 600S	1	41	POSCO Power Gwangyang Plant	PRIMA dB	1
16	Taiwan China Steel Corporation	PRIMA 600S	1	42	POSCO Changwon Specialty Steel	PRIMA PRO	1
17	KEPCO / KEPRI	PRIMA 600S	1	43	POSCO Pohang Research Labs	PRIMA PRO	1
18	China BISCO Benxi Steel	PRIMA 600S	3	44	RIST / POSCO Pohang Steel Works	PRIMA PRO	1
19	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1	45	POSCO Energy Pohang Plant	PRIMA PRO	3
20	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1	46	POSCO FOG Holder	PRIMA PRO	1
21	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1	47	KPIC EOEG	PRIMA PRO	1
22	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	2	48	Lotte Chemical LA-MEG	PRIMA PRO	1
23	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1	49	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA PRO	3
24	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1	50	Hyundai Tangjin Steel Works	PRIMA PRO	1
25	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1	51	Hyundai Green Power Plant	PRIMA PRO	1
26	POSCO Pohang Steel Works	PRIMA dB	1	<b>Total</b>			63

# Mass spectrometer 국내 납품실적

Company	Customer	Model	Application	Measuring Gas	Commissioning
LG화학	대산 LG화학 BPA	Prima PRO Ex	F.S.M.S	Flare gas	2022
LG화학	대산 LG화학 NCC	Prima PRO Ex	F.S.M.S	Flare gas	2021
LG화학	여수 LG화학 NCC	Prima PRO Ex	F.S.M.S	Flare gas	2021
LG화학	대산 LG화학 합성고무공장	Prima PRO Ex	F.S.M.S	Flare gas	2021
현대제철	현대제철 (당진)	Prima PRO	Fuel Gas	COG/BFG/LDG	2020년
현대그린파워	현대 그린파워 (당진)	Prima PRO	Fuel Gas	COG/BFG/LDG	2020년
광양 POSCO	SNG Methanation (SNG 현장)	Prima PRO Ex	SNG	SNG	2016년
브라질 POSCO (CSP)	Brazil	Prima PRO	Fuel Gas	COG/BFG/LDG	2016년
광양 POSCO	2제강 LDG	Prima dB	Fuel Gas	LDG	2015년
광양 POSCO	SNG 2차 Metering (제철소내)	Prima PRO Ex	SNG	SNG	2015년
광양 POSCO	SNG 1차 Metering (SNG 현장)	Prima PRO Ex	SNG	SNG	2015년
현대제철	현대제철 (당진)	Prima PRO	Fuel Gas	COG/BFG/LDG	2015년
대한유화	울산 대한유화	Prima PRO	EOG	EO/EG	2015년
인도네시아 POSCO	Indonesia	Prima PRO	Fuel Gas	COG/BFG/LDG	2013년
세아창원특수강	제강설비팀	Prima dB	VOD	VOD	2012년
광양 POSCO	부생가스 (1Gas)	Prima dB	Fuel Gas	COG/BFG	2010년
광양 POSCO	5소결 (2Gas)	Prima dB	Fuel Gas	COG/BFG	2010년
광양 POSCO	신제강 3 LDG (후판공장)	Prima dB	Fuel Gas	LDG	2010년
광양 POSCO	부생복합발전	Prima dB	Fuel Gas	COG/BFG	2010년
현대제철	현대제철 (당진)	Prima dB	Fuel Gas	COG/BFG/LDG	2009년
현대그린파워	현대 그린파워 (당진)	Prima dB	Fuel Gas	COG/BFG/LDG	2009년
광양 POSCO	LNG 열량조절설비	Prima dB	Natural Gas	Natural Gas	2007년
YNCC	여천 NCC (계전 1팀)	Prima dB	Ethylene	Ethylene	2007년
YNCC	여천 NCC (계전 4팀)	Sentinel dB	-	-	2007년
한국전력연구원		Prima 600S	-	-	2004년

Company	Customer	Model	Application	Measuring Gas	Commissioning
포항 POSCO	부생복합 COG BFG FOG	Prima PRO Ex	Fuel Gas	COG/BFG/FOG	2019년
	신설 FOG (FOG Holder)	Prima PRO	Fuel Gas	FOG	2013년
	부생복합 COG BFG FOG	Prima PRO	Fuel Gas	COG/BFG/FOG	2013년
	부생복합 FOG A	Prima PRO	Fuel Gas	FOG	2013년
	부생복합 FOG B	Prima PRO	Fuel Gas	FOG	2013년
	기술연구소	Prima PRO	Research	Research	2012년
	RIST (3 Cokes 공장)	Prima PRO Ex	COG Gas Research	COG	2012년
	3LDG	Prima dB	Fuel Gas	LDG	2010년
	1 FOG	Prima dB	Fuel Gas	FOG	2009년
	2FOG	Prima dB	Fuel Gas	-	2009년
	이설 FOG (FOG Holder)	Prima dB	Fuel Gas	FOG	2009년
	2열연 2후판	Prima dB	Fuel Gas	Mix Gas	2008년
	기술연구소 (실험실 장비)	Prima dB	Research	Research	2008년
		Prima dB	CFG	-	2007년
	1열연	Prima dB	Fuel Gas	Mix Gas	2006년
	FINEX (실험실 장비)	Prima dB	FINEX Research	FOG	2006년
	2LDG	Prima dB	Fuel Gas	LDG	2004년
	Main BFG COG	Prima dB	Fuel Gas	COG/BFG	2004년
	선재 3후판	Prima dB	Fuel Gas	Mix Gas	2004년
	VOD	Prima dB	VOD	VOD	2002년



## 6. 비산배출 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침

### 세부 이행 지침 요약

1. 도입 목적? 관리대상물질을 완전 연소시켜 98% 이상 저감하기 위함.
2. 설치 완료 시점? 2024년 1월 1일까지 설치 완료.
3. 대상 플레어 스택? 플레어스택의 용량이  $1.26 \times 10^7$  Kcal/hr (50MMBTU/hr) 이상이면 적용 대상임.
4. 관리대상물질은? 특정대기유해물질 35종, 업종별11종이며, 발열량 산정을 위한 측정항목외에 비산배출시설 신고증명서 상의 관리대상물질을 측정해야 함. (21년 개정 사항)
5. 발열량 기준 적용방법? 관리대상물질이 15분 이상 배출 될 때 적용하며, 총 발열량은 스팀 및 혼합공기보조방식의 경우 2,403 Kcal/Sm<sup>3</sup> 이상, 연소용공기 보조방식의 경우 196 Kcal/Sm<sup>3</sup> 이상으로 관리.
6. 어떤 발열량 측정기를 사용해야 하는지? 질량분석법 측정기를 단독 설치하거나, 가스크로마토그래피법 측정기 및 발열량법 측정기를 함께 설치.
7. 관리대상 배출여부 판단을 위해서? 질량분석법 측정기, 가스크로마토그래피법 측정기의 물질 별 정량한계 이상이며, 정량한계는 측정기 검출한계의10배 수준임. (21년 개정 사항)
8. 발열량 측정기의 위치는? Knock-out drum 후단에 설치. (21년 개정 사항)
9. 기록방법? 플레어스택 연소구간의 총 발열량 기준 준수여부를 확인하여 월1회 운영기록부 작성 및 보관. (작성연도말 기준 3년간)  
배출가스 발열량, 관리대상물질 농도, 유량, 보조인자 유량 및 연소구간 발열량은 저장장치(Data Logger등)에 저장하여야 함.
10. 보고? 플레어스택 정상 및 비정상 운전 시에 기준을 준수하여야 하며, 매연 발생 시 2시간 이내 관할 환경청장에 보고, 종료시점부터 48시간 이내 최종보고서를 관할 환경청장에 보고 해야함.

## 6. 비산배출 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침

### 업종별 시설관리기준

업종별 기준 구분	시설구분	세부시설	기준구분	시설관리기준 내용
I 업종	플레어스택	플레어스택	시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 플레어스택 상부에 자동점화시설 설치 또는 온도계, 폐쇄회로 텔레비전 등 점화불꽃 모니터링 장치를 설치.</li> <li>• 플레어스택에 스팀 유량, 혼합공기 유량, 연소용공기유량, 배출가스 총 발열량, 배출가스 유량을 측정할 수 있는 <b>모니터링 장치 설치('24년 1월 1일부터 적용).</b></li> <li>• 광학가스탐지카메라 설치 또는 사용.</li> </ul>
			관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 플레어스택 상부에 자동점화시설을 설치한 경우를 제외하고 점화불꽃 상시유지.</li> <li>• 플레어스택 연소구간의 총 발열량은 스팀 및 혼합공기보조방식의 경우 <b>2,403kcal/Sm<sup>3</sup> 이상</b>, 연소용공기 보조방식의 경우 <b>196kcal/Sm<sup>3</sup> 이상</b>으로 관리.</li> <li>• 매연 배출기준은 링겔만 매연 농도표 2도 이상 또는 불투명도 40% 이상을 2시간에 총 5분을 미만.</li> <li>• 매연 발생 시 최소 2시간 이상 매연 측정.</li> </ul>
			기록	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 플레어스택 상부에 설치된 자동점화시설 정상 운영여부, 점화불꽃 모니터링 장치를 통한 점화불꽃 유지여부를 확인하여 월 1회 운영기록부 작성.</li> <li>• 플레어스택 연소구간의 총 발열량 기준 준수여부를 확인하여 <b>월 1회 운영기록부 작성.</b></li> <li>• 광학가스탐지카메라를 이용하여 플레어스택 상부의 관리대상물질 불완전연소 배출여부 일 1회 모니터링하여 월1회 운영기록부 작성.</li> </ul>
			보고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 매연 발생 시 2시간 이내 관할 환경청장에 보고, <b>종료시점부터 48시간 이내</b> 대상시설, 비정상 가동시점, 발생원인, 설계자료, 추정 발생가스 성분, 최대 배출 추정량등에 대한 <b>최종보고서를 관할 환경청장에 보고.</b></li> </ul>

「비산배출의 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침('21.12.)」Page.40

## 6. 비산배출 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침

### 1) 연소구간 발열량 모니터링\_목적

「대기환경보전법」 시행규칙 별표 10의2 3. 업종별 시설관리기준 가. I 업종	
배출시설	시 설 관 리 기 준
2) 플레어스택	<p>다) 관리대상물질을 98% 이상 저감하기 위해 다음 기준을 따라야 한다.</p> <p>(1) 플레어스택 연소구간의 총발열량은 스팀 보조방식(steam assisted flare) 및 혼합공기 보조방식(premix air assisted flare)의 경우 <math>2,403\text{kcal/Sm}^2(270\text{BTU/Sft}^2)</math> 이상, 연소용 공기 보조방식(perimeter air assisted flare)의 경우 <math>196\text{kcal/Sm}^2(22\text{BTU/Sft}^2)</math> 이상으로 관리해야 한다.</p> <p>(2) (1)에 따른 플레어스택 연소구간의 총발열량은 대기오염공정시험기준에 따라 스팀 유량(流量), 혼합공기 유량, 연소용공기 유량, 배출가스 총 발열량 및 유량을 상시 모니터링하여 측정해야 한다.</p> <p>(3) (1) 및 (2)에 따른 플레어스택 연소구간의 총발열량 기준 준수 여부 및 모니터링 내용을 매월 1회 운영기록부에 기록해야 한다.</p>

### 2) 적용대상

「대기환경보전법」 시행규칙 별표 10의2 3. 업종별 시설관리기준 가. I 업종	
배출시설	시 설 관 리 기 준
2) 플레어스택	<p>가) 이 관리기준은 플레어스택의 용량(flare load)이 <math>1.26 \times 10^7 \text{ kcal/hr}(50 \text{ MMBTU/hr})</math> 이상인 시설을 대상으로 한다.</p>

[비산배출의 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침('21.12.) Page.169]

관리대상물질 취급하지 않는 공정배출시설과 연결된 플레어스택이라도 용량 기준을 만족하는 시설은 시설관리기준 적용대상이다.

### 3) 관리대상물질 : 특정대기유해물질 35종, 업종별 11종.

< 표 1-4 > 공통 적용물질

1	카드뮴 및 그 화합물	19	이황화메틸
2	시안화수소	20	아닐린
3	납 및 그 화합물	21	클로로포름
4	폴리염화비페닐	22	포름알데히드
5	크롬 및 그 화합물	23	아세트알데히드
6	비스 및 그 화합물	24	벤지딘
7	수은 및 그 화합물	25	1,3-부타디엔
8	프로필렌 옥사이드	26	다환 방향족 탄화수소류
9	염소 및 염화수소	27	에틸렌옥사이드
10	불소화물	28	디클로로메탄
11	석 면	29	스틸렌
12	니켈 및 그 화합물	30	테트라클로로에틸렌
13	염화비닐	31	1,2-디클로로에탄
14	다이옥신	32	에틸벤젠
15	페놀 및 그 화합물	33	트리클로로에틸렌
16	베릴륨 및 그 화합물	34	아크릴로니트릴
17	벤젠	35	히드라진
18	사염화탄소		

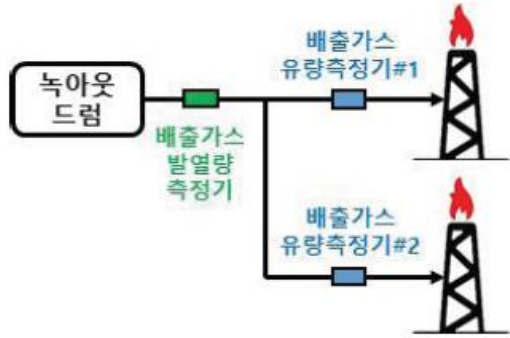
< 표 1-5 > 업종별 적용물질

구분	업종	업종별 적용물질
I 업종	1. 원유 정제처리업 2. 파이프라인 운송업 3. 위험물품 보관업	메탄올, 메틸에틸케톤, 엠티비이(MTBE), 톨루엔, 자일렌(o-,m-,p- 포함)
	4. 석유화학계 기초화학물질 제조업 5. 합성고무 제조업 6. 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업	톨루엔, 자일렌(o-,m-,p- 포함), 나프탈렌
II 업종	1. 제철업 2. 제강업	입자상물질(먼지), 망간화합물, 톨루엔, 자일렌(o-,m-,p- 포함)

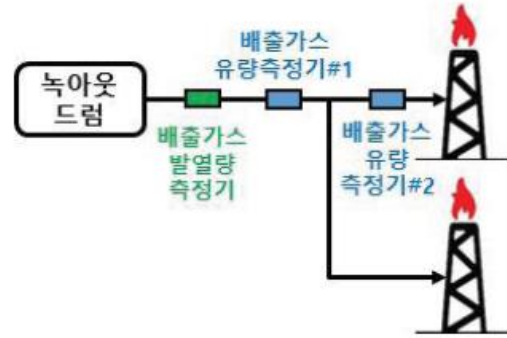


## 6. 비산배출 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침

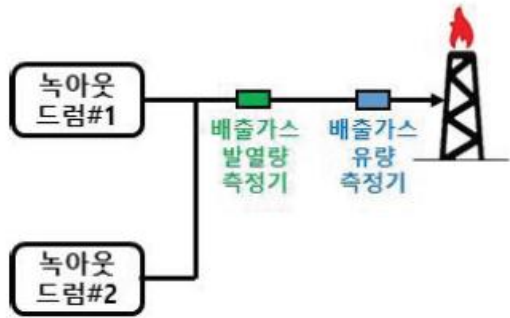
### 플레어스택 발열량 측정기 위치 및 구성



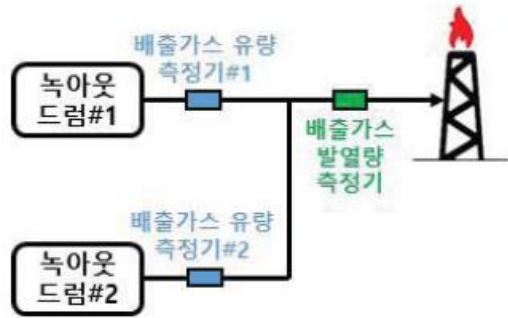
[ 배관 분산시 측정기 설치방법 ]



[ 단계식 플레어스택의 측정기 설치방법 ]

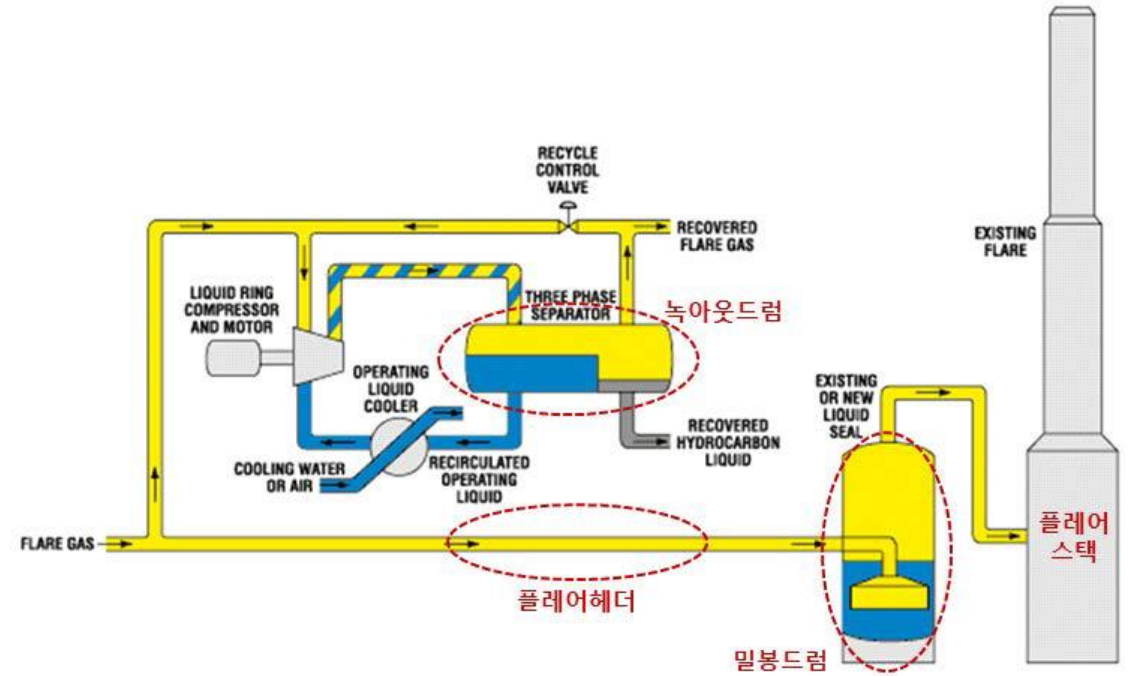


[ 배관 병합시 측정기 설치방법 #1 ]



[ 배관 병합시 설치방법 #2 ]

< 그림 4-31 > 배출가스 배관 분산·병합에 따른 배출가스 발열량 측정기 및 유량측정기 설치방법



< 그림 4-23 > 플레어스택 구성

## 6. 비산배출 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침

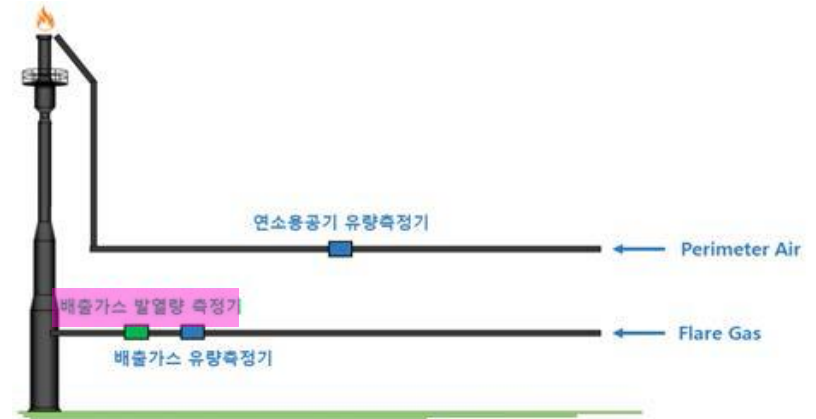
### 플레어스택 연소구간 발열량 모니터링을 위한 측정기 설치위치



[ 스팀 보조방식 플레어스택 ]



[ 혼합공기 보조방식 플레어스택 ]



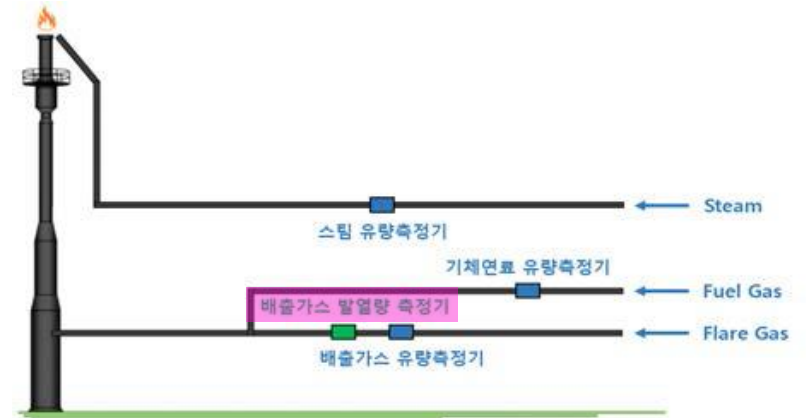
[ 연소용 공기 보조방식 플레어스택 ]



[ 스팀 / 혼합공기 혼용 보조방식 플레어스택 ]

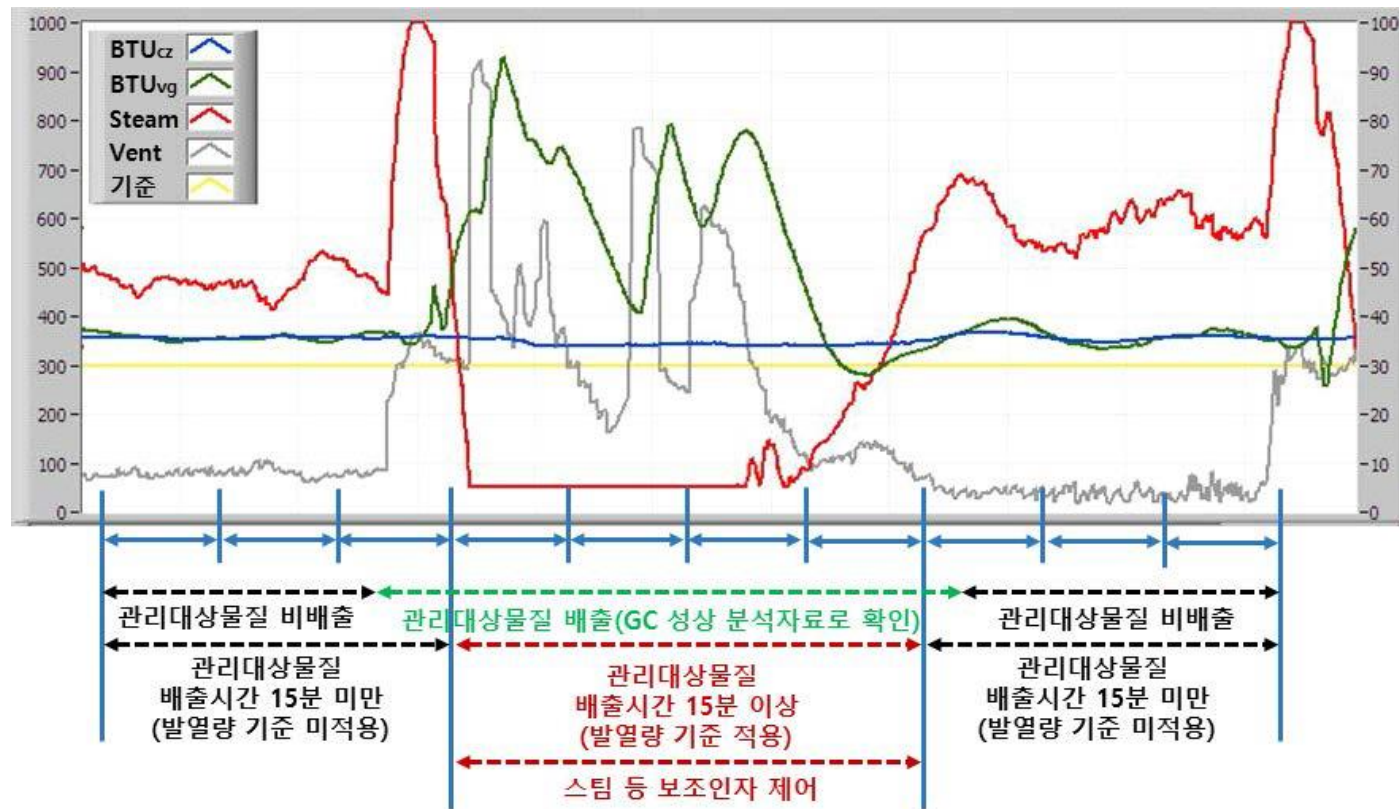


[ 연소용 공기 / 스팀 / 혼합공기 혼용 보조방식 플레어스택 ]



[ 기체연료 주입배관 합류 이전 설치시 ]

## 6. 비산배출 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침



- 발열량 기준은 플레어스택에서 관리대상물질이 15분 이상 배출될 때 적용한다.(발열량은 평균, 유량은 적산.)
- 배출가스 발열량 측정기는 관리대상물질 배출여부 판단, 신속한 측정을 통한 스팀 등 보조인자 제어를 위해 다음과 같이 구성하여 설치하여야 한다.
  - 질량분석법 측정기를 단독 설치
  - 가스크로마토그래피법 측정기 및 발열량법 측정기를 함께 설치



## 6. 비산배출 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침

< 표 4-11 > 스팀 및 혼합공기 보조방식 플레어스택의 연소구간 발열량 계산방법

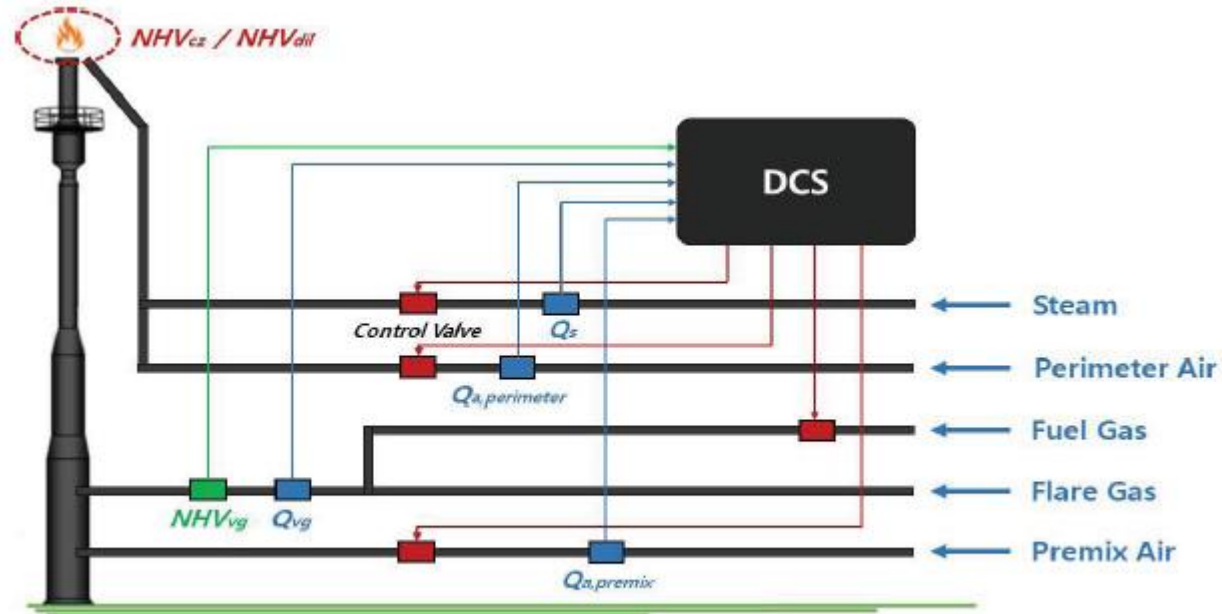
$$\text{식 : } NHV_{cz} = \frac{Q_{vg} \times NHV_{vg}}{Q_{vg} + Q_s + Q_{a,premix}}$$

$NHV_{cz}$  = 스팀 보조방식 및 혼합공기 보조방식 플레어스택 연소구간의 총발열량, kcal/Sm<sup>3</sup>  
 $NHV_{vg}$  = 플레어스택 배출가스 총발열량, kcal/Sm<sup>3</sup>  
 $Q_{vg}$  = 플레어스택 배출가스 적산유량값, Sm<sup>3</sup>  
 $Q_s$  = 스팀 적산유량값, Sm<sup>3</sup>  
 $Q_{a,premix}$  = 혼합공기 적산유량값, Sm<sup>3</sup>

\* US Code of Regulation Title 40 Part 63 §63.670 Requirements for flare control devices

- 배출가스의 관리대상물질 배출여부 판단을 위해 질량분석법 측정기와 가스크로마토그래피법 측정기는 발열량 산정을 위한 측정항목 외에 **비산배출시설 신고증명서 상의 관리대상물질을 측정**하여야 한다.
- 각 측정기의 측정결과(배출가스 발열량, 관리대상물질 농도, 유량, 보조인자 유량) 및 연소구간 발열량은 **저장장치(DataLogger 등)에 저장**하여야 한다.
- 저장장치에서 정상 측정자료 여부를 확인하기 위해 측정기의 비정상 여부를 확인할 수 있는 상태표시 자료를 수집할 수 있다.
- 이 경우, 『대기오염공정시험기준』 ES01912.1 3.2.1 을 준용하여 **15분 동안 정상 측정결과 비율이 80% 이상인 경우에** 정상 측정결과로 판단한다.

## 6. 비산배출 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침



< 그림 4-36 > 플레어스택 연소구간 발열량 기준 준수를 위한 보조인자 제어시스템 개요도

- 각 측정값과 플레어스택 연소구간 발열량 산정결과는 기록기준에서 정한 보관기간 동안 보관하여야 한다.
- 기록기준 : 운영기록부의 기록 및 보관 (작성연도말 기준 3년간)
- 관리대상물질의 배출여부를 판단하는 최소농도는 질량분석법 측정기, 가스크로마토그래피법 측정기의 해당 물질 별 정량한계 이상인 것을 말한다.
  - 정량한계는 측정기 검출한계의 10배 수준으로 정한다.(EPA Revision III Quality Assurance MDL fact sheet)
  - “정기점검이나 환경청의 어떤 관리감독 과정에서 검출한계(MDL)를 어떻게 설정했는지 요구할 수 있음.”

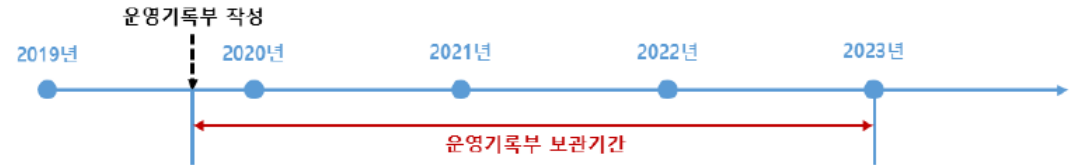
## 6. 비산배출 저감을 위한 시설관리기준 세부이행지침

### 3.2.3 운영기록부 보관·보고

「대기환경보전법」 시행규칙 별표 10의2 1. 공통기준 나. 기록기준	
구 분	시 설 관 리 기 준
나. 기록기준	3) 운영기록부는 해당 연도 종료일부터 3년간 보관하여야 한다. 4) 운영기록부는 환경청장이 요청하면 10일 이내에 그 사본을 제출하여야 한다.

#### 이행내용

□ 운영기록부는 작성년도 종료일부터 3년간 보관하여야 한다.



< 그림 3-10 > 운영기록부 보관기간 예시

운영기록부는 수기, 인쇄물, **전자파일** 등 다양한 형태로 보관할 수 있으며, 전자파일로 보관하는 경우에는 자료의 손상을 방지하기 위해 자료 백업 등의 조치를 취하여야 한다.

운영기록부를 보관 시 운영기록사항을 증빙할 수 있는 자료를 함께 첨부해야 한다.

- 측정의 경우, 자체 측정결과 또는 외부성적서, 측정자료(측정값 세부내역, 측정 및 분석 세부내역), 측정기 정도관리 서류 등
- 모니터링의 경우, 모니터링 자료, 관련시설 현황자료 등
- 운영내역의 경우, 시설 운영내용, 관련시설 현황자료 등

시설관리기준을 충족하지 못하는 상황에 따른 운영기록부의 경우, 조치내용, 조치기간, 결함여부 재확인 사항을 증빙할 수 있는 자료 등